

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050809

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 013 919.9  
Filing date: 22 March 2004 (22.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 01 April 2005 (01.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

A 9161  
08/00  
EDV-L



Klostermayer

## Beschreibung

## Elektromotor

- 5 Die Erfindung betrifft einen Elektromotor umfassend eine mit einem Rotor des Elektromotors verbundene rotierende Hohlwelle.

- 10 In der Antriebstechnik werden heutzutage in der Regel elektrische Motoren mit Hilfe eines Umrichters mit elektrischer Energie versorgt und gesteuert. Dazu sind Umrichter und Stator des Motors in geeigneter Weise elektrisch miteinander verbunden. Der Umrichter liegt dabei entweder in Form eines Zwischenkreis-Umrichters, eines Umrichters ohne Zwischenkreis  
15 wie z.B. in Form eines Matrix-Umrichters oder auch nur in Form eines Wechselrichters vor. Wobei im Falle des Wechselrichters der zugehörige Gleichstrom von einem örtlich entfernten Gleichrichter erzeugt wird. Neben den reinen Umrichterkomponenten, die im Wesentlichen durch die Stromrichter-  
20 ventile gegeben sind, benötigt jeder Umrichter auch eine zugehörige Ansteuerelektronik. Diese besteht im einfachsten Fall aus den zum Ein- und Ausschalten der Ventile notwendigen Treiberstufen, kann aber auch zusätzlich z.B. noch eine Schutzelektronik zum Schutz des Umrichters und/oder Regelkreise zur Regelung des Umrichters umfassen.

- Handelsüblich wird heutzutage der Umrichter und die zugehörige Ansteuerelektronik in einem eigenen Gehäuse separat an den Motor angebaut oder in dessen örtlicher Nähe befestigt. Diese  
30 räumliche Anordnung bedingt einen relativ hohen Platzbedarf. Bei modernen Applikationen, insbesondere im Bereich der Automatisierungstechnik, werden zunehmend immer höhere Integrationsdichten der Komponenten gefordert, um Maschinen mit einem möglichst geringen Platzbedarf bauen zu können.

- 35 Aus der US-Patentschrift 5 424 593 ist ein Generator mit einer als Hohlwelle ausgeprägten Antriebswelle bekannt, wobei

innerhalb der Hohlwelle ein mit der Hohlwelle rotierender Gleichrichter angeordnet ist. Der Gleichrichter dient zur Steuerung der Erregung des Generators.

- 5 Aus der europäischen Patentschrift 0 194 433 B1 ist ein Elektromotor bekannt, bei dem der Umrichter im Gegensatz zu der vorliegenden Erfindung ringförmig um die Welle des Motors angeordnet ist und von einer glockenförmigen Läufer-nabe umgeben ist. Diese Konstruktion bietet sich nur für große Motoren an, da dort ausreichend Platz zwischen Welle und Läufer-nabe ist.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen von einem Umrichter gespeisten Elektromotor mit geringem Platzbedarf zu schaffen.

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Elektromotor umfassend eine mit einem Rotor des Elektromotors verbundene rotierende Hohlwelle, wobei zur Versorgung des Motors mit elektrischer Energie ein Umrichter und eine zugehörige Ansteuer-elektronik zumindest teilweise in einen Hohlraum innerhalb der Hohlwelle integriert sind, wobei der Umrichter und die Ansteuer-elektronik ruhend befestigt sind.

20

Eine erste vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter und die zugehörige Ansteuer-elektronik vollständig in den Hohlraum innerhalb der Hohlwelle integriert sind. Hierdurch wird eine besonders platz-sparende Ausbildung des Elektromotors inklusive Umrichter und Ansteuer-elektronik erreicht.

30

Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn der Umrichter an einem Lagerschild des Motors befestigt ist. Die direkte Befestigung des Umrichters an das Lagerschild des Motors ist besonders einfach zu realisieren.

35

Weiter erweist es sich als vorteilhaft, wenn ein Geber in den Hohlraum innerhalb der Hohlwelle integriert ist. Wenn zusätz-

lich noch der Geber in den Hohlraum integriert ist, kann der sich herkömmlich an Außenseite der Welle befindliche Geber entfallen, was einen zusätzlichen reduzierten Platzbedarf zu Folge hat. Der Geber kann dabei z.B. zur Kommutierung, Strom-  
5 regelung, Drehzahlregelung, Lageregelung, Positionierung, Überwachung oder zur Anzeigezwecken dienen.

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn mindestens eine Signalspur des Gebers auf der Innenseite der Hohlwelle  
10 angeordnet ist. Die Hohlwelle stützt die Signalspuren des Gebers gleichzeitig gegen mechanische Beanspruchung durch Fliehkräfte. Weiterhin lassen sich bedingt durch den größeren Wellendurchmesser der Hohlwelle mehr signalspurbildende Signalinkremente auf der Innenseite der Hohlwelle auftragen, wo-  
15 durch die Geberauflösung gesteigert werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Geber in Form eines magnetischen, induktiven, optischen oder kapazitiven Gebers ausge-  
20 bildet ist. Magnetische, induktive, optische oder kapazitive Geber sind in der Technik weitverbreitet.

Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Auswertelektronik des Gebers teilweise oder vollständig in den Hohlraum innerhalb der Hohlwelle integriert ist. Hierdurch wird eine weitere Reduzierung des Platzbedarfs erreicht.

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn an der Innenseite der Hohlwelle des Motors Lüfterschaufeln befestigt  
30 sind. Durch das Anbringen von Lüfterschaufeln an der Innenseite der Hohlwelle wird die Kühlung des Umrichters, der Ansteuerelektronik und der Auswertelektronik verbessert.

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn als Umrichter  
35 ein Umrichter ohne Zwischenkreiskondensator insbesondere ein Matrix-Umrichter vorgesehen ist. Matrix-Umrichter zeichnen sich dadurch aus, dass sie gegenüber konventionellen Zwi-

schenkreis-Umrichtern keinen temperaturempfindlichen Zwischenkreis-Kondensator benötigen.

5 Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, eine Werkzeug- oder Produktionsmaschine mit dem erfindungsgemäßen Elektromotor anzutreiben, da insbesondere auf dem technischen Gebiet von Werkzeug- oder Produktionsmaschinen die Antriebssysteme oft nur einen geringen Platzbedarf aufweisen dürfen. Es sei jedoch an dieser Stelle ausdrücklich angemerkt, dass selbst-  
10 verständlich der erfindungsgemäße Elektromotor auch auf anderen technischen Gebieten eingesetzt werden kann.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter dem Begriff Werkzeugmaschinen z.B. ein- oder mehrachsige Dreh-, Fräs-,  
15 Bohr- oder Schleifmaschinen verstanden. Zu den Werkzeugmaschinen werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch noch Bearbeitungszentren, lineare und rotatorische Transfermaschinen, Lasermaschinen oder Wälz- und Verzahnmaschinen gezählt. Allen gemeinsam ist, dass ein Material bearbeitet wird, wobei  
20 diese Bearbeitung mehrachsig ausgeführt werden kann. Zu den Produktionsmaschinen werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung z.B. Textil-, Papier-, Kunststoff-, Holz-, Glas-, Keramik- oder Steinbearbeitungsmaschinen gezählt. Maschinen der Umformtechnik, Verpackungstechnik, Drucktechnik, Fördertechnik, Aufzugstechnik, Pumpentechnik, Transporttechnik, Lüfter-  
technik sowie Windkrafträder, Hebewerkzeuge, Kräne, Roboter, Produktions- und Fertigungsstraßen gehören ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung zu den Produktionsmaschinen.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 eine Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Elektromotors.  
35



In FIG 1 ist in Form eines Ausführungsbeispiels ein Schnittbild des erfindungsgemäßen Elektromotors dargestellt, wobei in FIG 1 die rechte Seite des Elektromotors mit A und die linke Seite des Motors mit B bezeichnet ist. Der Elektromotor besteht im wesentlichen aus einer Hohlwelle 1, die mit einem Rotor 4 fest verbunden ist, einem Stator 3, der in dem Ausführungsbeispiel gleichzeitig Bestandteil des Motorgehäuses ist und einem Umrichter 11 inklusive einer Ansteuerelektronik 13. Alternativ kann der Stator 3 auch in eine zusätzliche Gehäuse eingebaut sein. Erfindungsgemäß ist der Umrichter 11 und die Ansteuerelektronik 13 zur Ansteuerung des Umrichters 11 in die Hohlwelle 1 des Elektromotors integriert, wobei im Gegensatz zu der in FIG 1 gezeigten Ausführungsform der Umrichter 11 und die Ansteuerelektronik 13 nicht unbedingt vollständig in den Hohlraum 2 innerhalb der Hohlwelle 1 integriert sein müssen, sondern es können auch Teile der Ansteuerelektronik 13 und/oder des Umrichters 11 aus dem B-seitigen Teil des Hohlraums 2 herausragen. Der Umrichter 11 und die Ansteuerelektronik 13 sind dabei am B-seitigen Lagerschild 6 ruhend befestigt und rotieren nicht mit der Hohlwelle 1 mit. Die Ansteuerelektronik 13 beinhaltet im einfachsten Fall die Treiber zum Ein- und Ausschalten der Stromrichterventile des Umrichters 11. Sie kann jedoch im Falle von komplexeren Ausführungsformen z.B. auch Regelkreise und Schutzelektronik zum Regeln und Schützen des Umrichters umfassen. Die Hohlwelle 1 ist B-seitig auf Lagern 7 und A-seitig auf Lagern 14 gelagert. Der Elektromotor ist B-seitig mit einem Lagerschild 6 und A-seitig mit einem Lagerschild 5 abgeschlossen.

Der Umrichter 11 kann in Form eines Wechselrichters, eines Zwischenkreis-Umrichters oder eines Matrix-Umrichters vorliegen. Da der Umrichter 11 und insbesondere die Ansteuerelektronik 13 komplexe empfindliche Bauteile enthalten, dürfen diese nicht mit der Hohlwelle 1, wie dies bei dem einfachen Gleichrichter gemäß der US-Patentschrift 5 424 593 noch möglich ist, rotieren. Entgegen der Lehre der US-Patentschrift

5 424 593 müssen der Umrichter 11 und die in der US-Patentschrift 5 424 593 nicht in der Hohlwelle integrierte Ansteuerelektronik 13, ruhend innerhalb der Hohlwelle 1 befestigt werden um eine Zerstörung oder ein vorzeitiger Verschleiß des Umrichters und/oder der Ansteuerelektronik zu vermeiden.

Die Ansteuerelektronik 13 und der Umrichter 11 sind in dem Ausführungsbeispiel über ein gemeinsames Gehäuse 15, am Lagerschild 6, mittels Schraubverbindungen 16 befestigt. 10 Selbstverständlich kann die Ansteuerelektronik 13 und/oder der Umrichter 11 aber auch an anderen ruhenden Komponenten des Elektromotors befestigt sein. Alternativ können z.B. die Ansteuerelektronik 13 und der Umrichter 11 auch über einen 15 geeigneten Aufbau oder Rahmen am Lagerschild 6 ruhend befestigt sein.

Soll eine besonders platzsparende Bauweise erreicht werden, so bietet es sich an, auch einen Geber der z.B. in Form eines Lagegebers vorliegen kann und normalerweise an der Welle des Motors befestigt ist, vorteilhaft in die Hohlwelle 1 des 20 Elektromotors zu integrieren. Die Gebersignalspur 9 des Gebers wird dabei vorteilhaft auf der Innenseite der Hohlwelle gemäß FIG 1 angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Spuren gegen mechanische Beanspruchung durch Fliehkräfte geschützt sind und gleichzeitig in Folge des größeren Durchmessers der Hohlwelle gegenüber dem A-seitigen Durchmesser der Welle mehr Signalinkremente auf die Signalspur aufgebracht werden können, wodurch die Geberauflösung vergrößert wird. Die rotie- 30 rende Signalspur 9 wird von einem ruhenden Sensor 10 erfasst und mit Hilfe einer Auswerteelektronik 12, die teilweise oder wie im Ausführungsbeispiel dargestellt vollständig in den Hohlraum 2 innerhalb der Hohlwelle 1 integriert ist und ruhend befestigt ist, ausgewertet. Anschließend werden die Geberinformationen (z.B. Lage der Hohlwelle) z.B. der Ansteuer- 35 elektronik 13 oder einer übergeordneten nicht näher darge-



stellten Steuerung oder Regelung innerhalb oder außerhalb des Elektromotors zur Verfügung gestellt.

5 In dem Ausführungsbeispiel ist die Ansteuerelektronik 13, der Umrichter 11 und die Auswerteelektronik 12 innerhalb eines gemeinsamen Gehäuses 15, welches mit dem B-seitigen Lagerschild 6 verschraubt ist, untergebracht. Selbstverständlich können die Ansteuerelektronik 13, der Umrichter 11 und die Auswerteelektronik 12 aber auch in getrennten Gehäusen oder  
10 auch ohne Gehäuse in die Hohlwelle 1 integriert sein.

15 Zur Kühlung der Ansteuerelektronik 13, des Umrichters 11 und der Auswerteelektronik 12 sind auf der B-Seite des Elektromotors Lüfterschaufeln 8 an der Innenseite der Hohlwelle 1 des Motors befestigt. Wenn die Hohlwelle 1 in Rotation versetzt wird, wird durch diese einfache Konstruktion eine sichere Zwangskühlung der Ansteuerelektronik 13, des Umrichters 11 und der Auswerteelektronik 12 erreicht.

20 Im Rahmen der Erfindung wird unter dem Begriff Lagerschild auch eine Lagerschildabdeckung verstanden.

Insbesondere im Bereich von Werkzeug- oder Produktionsmaschinen ist der Einsatz eines solchen Elektromotors innerhalb eines Antriebssystems besonders vorteilhaft, da in solchen Maschinen eine kompakte platzsparende Bauweise mit hoher Integrationsdichte der einzelnen Komponenten gefordert wird.

## Patentansprüche

1. Elektromotor umfassend eine mit einem Rotor (4) des Elektromotors verbundene rotierende Hohlwelle (1), dadurch gekennzeichnet, dass zur Versorgung des Motors mit elektrischer Energie ein Umrichter (11) und eine zugehörige Ansteuerelektronik (13) zumindest teilweise in einen Hohlraum (2) innerhalb der Hohlwelle (1) integriert sind, wobei der Umrichter (11) und die Ansteuerelektronik (13) ruhend befestigt sind.
2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter (11) und die zugehörige Ansteuerelektronik (13) vollständig in den Hohlraum (2) innerhalb der Hohlwelle (1) integriert sind.
3. Elektromotor nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umrichter (11) an einem Lagerschild (6) des Motors befestigt ist.
4. Elektromotor nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Geber in den Hohlraum (2) innerhalb der Hohlwelle (1) integriert ist.
5. Elektromotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Signalspur (9) des Gebers auf der Innenseite der Hohlwelle (1) angeordnet ist.
6. Elektromotor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Geber in Form eines magnetischen, induktiven, optischen oder kapazitiven Gebers ausgebildet ist.
7. Elektromotor nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteelektronik

(12) des Gebers teilweise oder vollständig in den Hohlraum  
(2) innerhalb der Hohlwelle (1) integriert ist.

8. Elektromotor nach einem der vorherigen Ansprüche, d a -  
5 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass an der In-  
nenseite der Hohlwelle (1) des Motors Lüfterschaufeln (8) be-  
festigt sind.

9. Elektromotor nach einem der vorherigen Ansprüche, d a -  
10 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Umrich-  
ter ein Umrichter ohne Zwischenkreiskondensator insbesondere  
ein Matrix-Umrichter vorgesehen ist.

10. Werkzeug- oder Produktionsmaschine mit einem Elektromotor  
15 nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

## Zusammenfassung

### Elektromotor

- 5 Die Erfindung betrifft einen Elektromotor umfassend eine mit einem Rotor (4) des Elektromotors verbundene rotierende Hohlwelle (1), wobei zur Versorgung des Motors mit elektrischer Energie ein Umrichter (11) und eine zugehörige Ansteuerelektronik (13) zumindest teilweise in einen Hohlraum (2) innerhalb der Hohlwelle (1) integriert sind, wobei der Umrichter (11) und die Ansteuerelektronik (13) ruhend befestigt sind.
- 10 Die Erfindung schafft somit einen von einem Umrichter (11) gespeisten Elektromotor mit geringem Platzbedarf.

15 FIG 1

